

< 응용논문 >

Jansen Mechanism 과 m.Sketch 를 활용한 보행 로봇의 안전 최적 설계.

우민혁<sup>1</sup>

연세대학교 기계공학과<sup>1</sup>

**Design of optimized legged robots for safety structure using Jansen Mechanism and m.Sketch**

Minhyuk Woo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dept. of Mechanical Engineering, Yonsei University.,

**ABSTRACT:**

Jansen Mechanism has been a constant popularity by researchers studying legged robots because of many benefits. This paper proposed the design process of optimized legged robots using Jansen Mechanism and m.Sketch(Jansen Mechanism simulation software). First, driving part of legged robots is designed in compliance with the design regulations of a competitive exhibition. Second, setting the length of link and position of joint is conducted in keeping with the constraints. Third, Ground Length (GL) and Ground Angle Coefficient(GAC) values are extracted by m.Sketch simulation. Finally, by repeating the previous procedures, comparing the GL and GAC values, find the optimum input values. This

**Key Words:** Jansen Mechanism, m.Sketch, legged robot, Simulation, Optimization

**1. 서론**

보행 로봇은 전통적인 바퀴를 이용하거나 레일 위를 움직이는 기계 장치에 비해서 경사, 장애물, 특수 표면을 쉽게 이동할 수 있다는 장점 때문에 로봇을 연구하는 연구자들에게 지속적인 관심을 받고 있다. 하지만 보행 로봇의 다리를 만드는 데 있어서 사람과 같은 2족 보행은 안정성이 떨어지고 관절마다 모터로 제어해야 하기에 복잡함과 효율이 떨어졌다. 생체모방을 통한 4족, 6족 등의 다관절, 다족 로봇도 끊임없이 연구되고 있지만 복잡함과 효율의 문제를 해결하지 못하고 있다.

반면 Jansen Mechanism 을 이용한 다리는 모터 하나로도 많은 수의 다리를 제어할 수 있고 에너지 효율이 높아 연구자들로부터 환영 받고 있다. 본 연구에서는 에디슨에서 제공하는 m.Sketch 시뮬레이션 소프트웨어를 이용하여 Jansen Mechanism 구조의 다리를 갖는 보행 로봇이 최적의 안정성을 가지며 장애물을 통과할 수 있도록 설계한다.

**2. 안센 메커니즘 기반 보행 기구 설계**

**2.1 구동부 설계**

본 연구에서는 보행 기구의 동력을 담당하는 구동부와 Jansen Mechanism 을 이용한 다리 프레임의 두 부분으로 나누어서 설계를 하였다. 경진대회 규정에 의하면 사용 부품을 다

† Corresponding Author, yykim@snu.ac.kr [8Point Times New Roman]  
© 0000 Society of CAD/CAM Engineers [학회작성]

양하게 할 수 있는 프레임과 달리 구동부는 과학상자 부품을 이용해야 한다는 제한 조건 때문에 구동부를 먼저 설계하고 구동부에 맞는 다리를 설계하는 순서로 진행하였다. 동력을 발생시키는 모터는 Fig. 1 에 보이는 과학상자 모터(No.100B)를 사용하였는데 속도가 빠른 반면 토크가 낮았다. 보행기구가 구동할 수 있는 충분한 토크를 얻기 위해 기어박스를 구성하였다. 단 기어박스를 구성함에 있어서 EDISON package 에서 사용할 수 있는 기어는 Fig. 2 에 있는 4 종류가 있었고 왼쪽부터 순서대로 1 번부터 4 번까지 기어 잇수를 조사해본 결과 Table 1 과 같았다. 본 연구에서는 장애물을 넘어야 하는 보행 기구를 설계하기 때문에 회전 속도보다는 큰 토크를 얻으면서 구조적인 안정성을 높이는 모델을 목표로 하였다. 그 결과 모터(No.100B)에서 5 배의 토크를 얻을 수 있는 4 번 기어를 이용하여 기어박스를 구성하게 되었다.

또한 모터를 두 개 사용하면서 안정성을 높이기 위해서 대칭형 구조를 선택하였고 8 개의 다리를 만드는 것으로 설계하였다. 그 결과 만들어진 구조가 Fig. 3 의 구동부 모습이다. 정 중앙을 기준으로 대칭되어 있으며 구동부 양쪽 끝에 길게 나온 축은 8 개의 다리를 각각 2 개씩 연결하기 위해 길게 만들어진 회전 축이다.



1. Fig. 7 Motor No.100B



2. Fig. 2 Type of gear in EDISON package

Table 1 Specific of gears in EDISON package

| 기어 번호(번) | 1  | 2  | 3  | 4  |
|----------|----|----|----|----|
| 기어 잇수(개) | 19 | 50 | 57 | 95 |

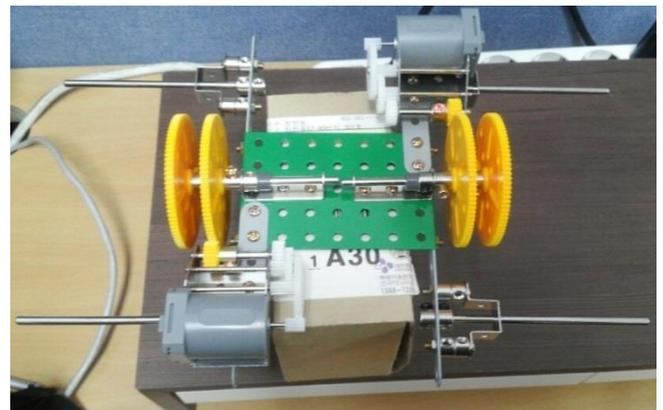
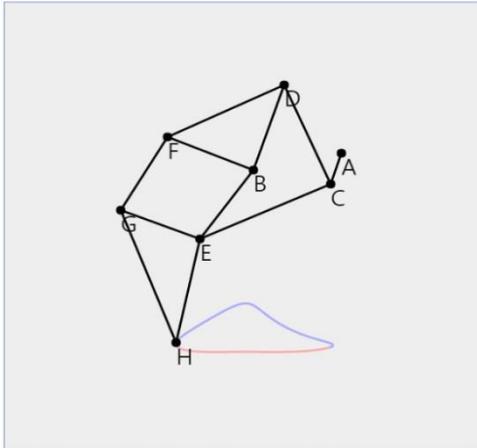


Fig. 3 Structure of driving part

### 2.2 다리 최적 설계

구동부 설계를 완료한 후 회전 반경과 축 간 거리가 고정되고 이 값들을 제한조건으로 하여 다리를 설계하였다. 다리 링크의 값들은 최초에 Theo Jansen 이 제안했던 The Strandbeest 의 링크 길이 비율을 이용하여 초기값을 선정하였고 EDISON 에서 제공하는 mSketch 를 이용하여 최적화를 시도하였다. Fig. 4 에 보이는 모습이 Jansen Mechanism

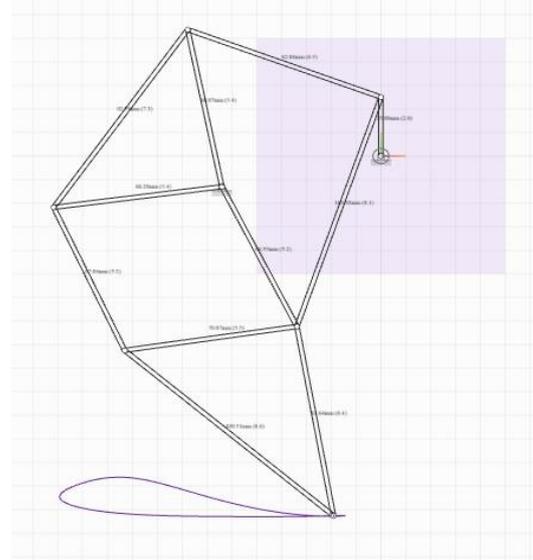
의 기본 구조이며 Fig. 4 에서 보이는 A 와 B 의 위치 및 AC 의 길이는 구동부 설계과정에서 정해진 값이기 때문에 다른 길이들을 변화시키면서 Ground length 와 Ground angle coefficient 를 비교, 높은 값을 가지도록 설계하였다. 그 결과로 구해진 다리의 spec 과 모습이 각각 Table2 와 Fig. 5 에 나타나 있다.



3. Fig. 4 Structure of the Strandbeest's leg

Table 2 Link spec of optimized leg

|             |               |
|-------------|---------------|
| A 의 좌표      | (0.0)         |
| B 의 좌표      | (-64,-13)(mm) |
| AC 의 길이(mm) | 25            |
| CD 의 길이(mm) | 83            |
| BD 의 길이(mm) | 68            |
| BE 의 길이(mm) | 66.5          |
| CE 의 길이(mm) | 103           |
| DF 의 길이(mm) | 92            |
| BF 의 길이(mm) | 67.5          |
| FG 의 길이(mm) | 67            |
| EG 의 길이(mm) | 70            |
| GH 의 길이(mm) | 109.5         |
| EH 의 길이(mm) | 81.7          |

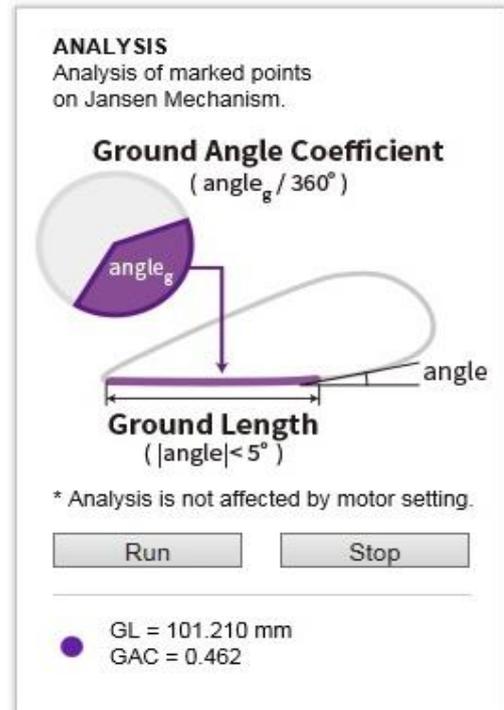


4. Fig. 5 Optimized leg model using mSketch

최적의 결과로 찾은 다리의 GL 과 GAC 값들은 Fig. 6 에 나타나있다.

### 3. 결 론 및 향후계획

보행 로봇의 구동부는 제작을 완료하였고 이를 토대로 m.Sketch 를 이용하여 최적의 Jansen Mechanism 구조를 갖는 다리도 찾아내어 설계에



5. Fig. 6 GL and GAC value of optimized leg

반영할 수 있었다. 하지만 아직 실제로 다리를 만들어 보지 않았기 때문에 검증의 과정을 거치는

못하였다. 향후 연구에서는 실제 구한 링크의 길이들을 토대로 다리를 제작해보고 안정적이며 장애물을 잘 통과할 수 있을지 검증하는 단계를 거칠 것이다.

## 6. 감사의글

7. 본 논문은 2015 년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단 첨단 사이언스·교육 허브 개발 사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2014M3C1A6038793)

## 8. 참고문헌

1. Patnaik, Swadhin. "Analysis Of Theo Jansen Mechanism (Strandbeest) And Its Comparative Advantages Over Wheel Based Mine Excavation System." Analysis 5.07 (2015).
2. Nansai, Shunsuke, Mohan Rajesh Elara, and Masami Iwase. "Dynamic analysis and modeling of Jansen mechanism." Procedia Engineering 64 (2013): 1562-1571.
3. Kim, Sun-Wook, and Dong-Hun Kim. "Design of leg length for a legged walking robot based on Theo Jansen using PSO." Journal of Korean Institute of Intelligent Systems 21.5 (2011): 660-666.
4. <http://garethrees.org/2011/07/04/strandbeest/strandbeest.html>
5. [https://en.wikipedia.org/wiki/Theo\\_Jansen#The\\_Strandbeest](https://en.wikipedia.org/wiki/Theo_Jansen#The_Strandbeest)